

電力・水素複合エネルギー貯蔵システム用水素システムの劣化抑制に関する研究

著者	宮嶋 諒
雑誌名	東北大学電通談話会記録
巻	86
号	1
ページ	94-95
発行年	2017-08
URL	http://hdl.handle.net/10097/00121378

修士学位論文要約（平成29年 3 月）

電力・水素複合エネルギー貯蔵システム用 水素システムの劣化抑制に関する研究

宮嶋 諒

指導教員：津田 理， 研究指導教員：宮城 大輔

Suppressing Hydrogen Systems Degradation for Electric and Hydrogen Energy Storage System

Ryo MIYAJIMA

Supervisor: Makoto TSUDA, Research Advisor: Daisuke MIYAGI

The power generation using natural sources has lately attracted attention. However, the change of output power of natural power sources is quick and large. An electric power storage system is effective for compensating the fluctuating output power. Therefore, we have proposed an Electric and hydrogen energy storage systems that is composed two kinds of power storage systems that are electric double layer capacitor (EDLC) for smoothing quick fluctuations and hydrogen electric power storage system for smoothing large fluctuations. In this paper, in order to prevent the deterioration of the Fuel Cell, I purposed the method to distribute input-output power of hydrogen electric power storage system, and verified that this method was effective for removing fluctuations in the output FC.

1. はじめに

近年，化石エネルギーの代替エネルギーとして，再生可能エネルギーを利用した発電方法が注目されている。しかし，発電出力の変動が急峻で大きく，系統に大量導入するには予備力の確保や周波数変動への対策等の課題がある。そこで，我々は，電気二重層キャパシタ(EDLC)，燃料電池(FC)と電気分解装置(EL)で構成される水素電力貯蔵装置という 2 つの特徴の異なる電力貯蔵装置を組み合わせた電力・水素複合エネルギー貯蔵システムを提案している。電力・水素複合エネルギー貯蔵システムで用いている燃料電池は一般的に劣化しやすいことが報告されており，長期連続運転を行うためには劣化抑制した運転方法の構築が不可欠となる⁽¹⁾。そこで，本研究では，電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの長時間連続運転を実現するために，燃料電池の出力変動を緩和した水素システムの入出力制御方法

の確立を目的として，水素システムの入出力分担制御の検討および変動補償試験を行った。

2. 電力・水素複合エネルギー貯蔵システム

〈2・1〉システム概要 本研究にて提案する電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの概念図を図 1 に示す。電力・水素複合エネルギー貯蔵システムは風力や太陽光などの再生可能エネルギー電源，EDLC と水素電力貯蔵システムを組み合わせたハイブリッド貯蔵システムで構成される。

EDLC は応答性や耐久性に優れる。しかし，敷設面積の点から大容量化が困難であるという課題がある。また，水素電力貯蔵システムは，FC，EL，一時的に水素を貯蔵するバフファタンクで構成される。水素のエネルギー密度は高く，大容量の電力貯蔵が可能であるが，FC は急激な出力変動により性能が劣化する。そこで電力・水素複合エネルギー貯蔵システムでは，発電出力の急峻な変動の補償を EDLC に担当させ，残りの緩やかで大きな変動の補償を水素電力貯蔵システムに担当させる。

〈2・2〉入出力分担 電力・水素複合エネルギー貯蔵システムでは，各電力貯蔵装置の特徴を活かした運転を実現するため，カルマンフィルタを用いたトレンド予測を利用して，各装置の入出力の値を決定する。

水素電力貯蔵システムにおける EL の入力 P_{EL} と FC の出力 P_{FC} は，システム出力 P_{out} と再生可能エネ

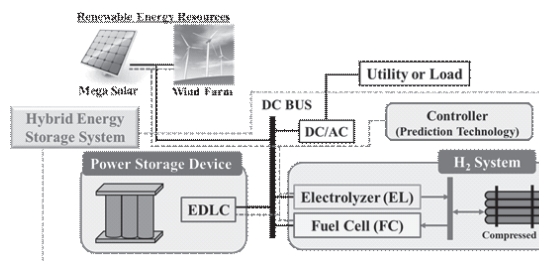


図 1 先進超電導電力変換システム

ルギーのトレンド予測値 P_{pred} の差となり、(1)式で表される。

$$P_{\text{EL}} = P_{\text{pred}} - P_{\text{out}} \quad (1)$$

$$P_{\text{FC}} = P_{\text{out}} - P_{\text{pred}}$$

また、EDLC の入出力の値 P_{EDLC} は、再生可能エネルギー発電出力 P_{Re} を用いて(2)式で表される。

$$P_{\text{EDLC}} = P_{\text{Re}} - P_{\text{pred}} \quad (2)$$

トレンド予測を導入することで、EDLC と水素電力貯蔵装置のそれぞれの特徴を活かした再生可能エネルギー電源の出力変動補償が可能となる。しかし、この出力分担ではFCは開放電圧状態と出力変動で劣化する可能性がある。また、FC の劣化抑制するためには、出力を常に一定にする方法も考えられるが効率が低下してしまう。そのため、FC の劣化を抑制し、同時に高効率を実現する新しい方法が必要となる。そこで、図2に示すようなFCを出力一定期間一定出力させる出力一定期間設定法を考案した。

3. 変動補償試験

〈3・1〉小型モデル 提案する出力一定期間設定法の有用性を検証するために、1kW 太陽光発電の変動補償用の小型モデルによる変動補償試験を行った。小型モデルは 1kW 級の太陽光模擬電源か太陽光発電、燃料電池、水電気分解装置、EDLCを並列に接続した構成となる。

〈3・2〉変動補償試験条件 出力一定期間設定法の有効性を確認するために長時間変動補償試験を行った。変動補償時間は 10000 秒、負荷電力は一定とした。また、水素システムの出力分担としては、FC は一定期間一定出力を行い、EL は残りの変動分を補償するという分担で変動補償を行った。

〈3・3〉結果 変動補償試験における入力電力(電源の出力電力)と出力電力(負荷消費電力)を図3に、FC とEL の入出力電力波形を図4に示す。図3では、電源の出力電力 P_{Re} は大きく変動しているが、負荷の消費電力 P_{out} をほぼ一定にできたことが分かり、図4より、水素電力貯蔵システムの入力電力に対し、FC が一定期間一定出力しており、EL が残りの変動分を補償できていることが確認された。

4. まとめ

本研究では、FC の劣化を防ぐため、FC の出力変動を抑制した変動補償動作の実証試験を行った。水素電力貯蔵システムの変動電力に対し、FC が一定期間一定出力、EL が残りの変動分を補償させる方法を提案し、変動補償試験を行った。その結果、従来の変動補償方法に比べ、出力変動の回数を大幅に低減でき、開放電圧状態を避けることができた。以上より、FC の出力変動を抑制した変動補償動作の実現を確認した。

謝辞

本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産

業技術総合開発機構(NEDO)「水素社会構築技術開発事業/水素エネルギーシステム技術開発/非常用電源機能を有する再生可能エネルギー出力変動補償用電力・水素複合エネルギー貯蔵システムの研究開発」により委託・支援を受けて実施したものである。

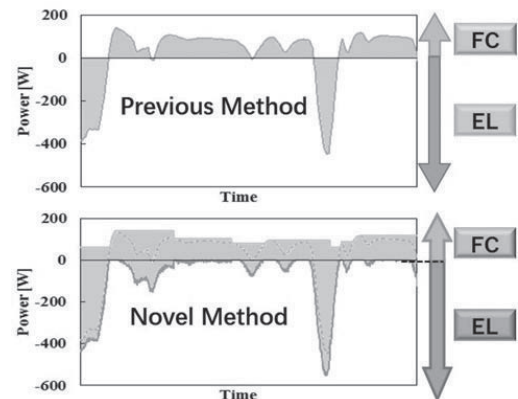


図2 水素システムの入出力電力

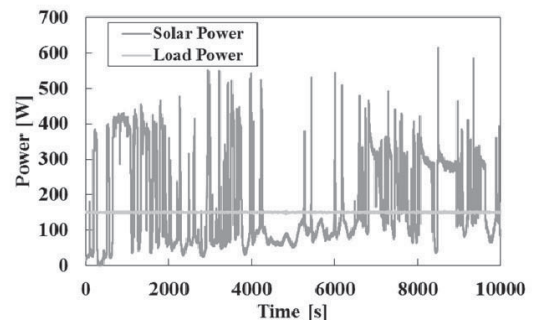


図3 変動補償試験の入出力電力

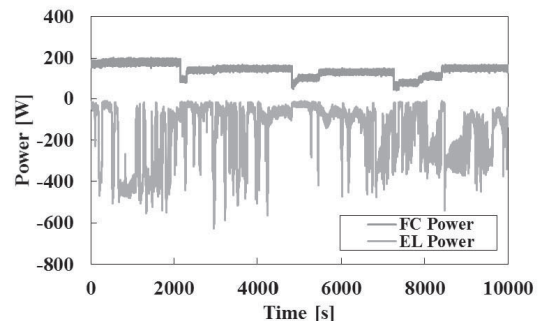


図4 EL・FCの入出力電力

文献

- 1) 西川尚男 著:「燃料電池の技術 固体高分子型の課題と対策」, 東京電機大学出版局